

MORFOMETRIA Y COMPOSICION QUIMICA DE UNA LAGUNA DE GRAVERA

M. Alvarez Cobelas*; Rubio, A.**; Arauzo, M.**; Alarcón, P.**; Alario, V.**

* Instituto de la Grasa y sus Derivados (CSIC). Avda. Padre Tejero, 4 - 41012 Sevilla.

** Centro de Investigaciones del Agua (CSIC) La Poveda, Arganda del Rey - Madrid.

Palabras clave: Gravel pit, morphometry, geochemistry

ABSTRACT

MORPHOMETRY AND CHEMICAL COMPOSITION OF A GRAVEL PIT LAKE

A bathymetric survey of a gravel pit lake close to Madrid has been undertaken in order to know its morphometric features and the influence of gravel exploitation on such features. El Porcal lake is artificial, lying near Jarama river, and is surrounded by a landscape of marl and gypsum lithology. Lake shoreline is very complex as well as bathymetry. Its area is 45 ha, having a volume of 1.38 hm³ and a mean depth of 3 m. Its relative hypsographic curve indicates that it develops a slightly convex to a convex form. This lake shows a very high sediment deposition rate (26 cm. year⁻¹ approx.), though it is very likely that intensive mineral exploitation moves a great amount of particulate matter in a random fashion. Clay fraction is higher than slime fraction, the main mineral being silicates that come from rock weathering in the catchment area of Jarama river. El Porcal lake is an alkaline water body (2.5-3 meq.l⁻¹), whose main ions are sulfate and sodium. Total solids concentration averages 1 gr.l⁻¹. The geochemistry of this lake is then a mixture of substances from its surrounding landscape and Jarama river catchment area.

Este trabajo referirá la morfometría y la composición química de las sustancias inorgánicas mayoritarias de una laguna de gravera próxima a Madrid (El Porcal) como paso preliminar para el estudio limnológico de la misma.

La laguna El Porcal se encuentra situada en la cuenca del río Jarama (40° 18' N, 3° 32' W), a unos veinte metros en línea recta de éste, cercana a la presa del Rey y algo más al Sur de la desembocadura del río Manzanares. Se trata pues, de terrenos aluviales del Cuaternario. La laguna se ha originado por extracción de arena y grava, procediendo el agua del subálveo del Jarama. Su antigüedad puede cifrarse en unos 15 años.

Para la morfometría hemos dispuesto del mapa 1:50.000 del IGME y de una fotografía aérea 1:18.000 ampliada al doble procedente de un vuelo realizado en 1983. La batimetría fue llevada a cabo mediante una ecosonda Furuno FE-450 en marzo de 1985. La intensidad de la misma fue de 0,048 Km.; el

número de isolíneas, 9; el valor informativo del mapa, 0,73; el área correctamente identificada, el 75%. Con toda la información procedente se construyó un mapa batimétrico y se averiguaron los parámetros morfométricos habituales y las curvas hipsográficas, siguiendo los métodos de Håkanson (1981).

La tasa de colmatación se obtuvo promediando el grosor del sedimento recogido en trampas recuperadas quincenalmente y dispuestas cerca del fondo en una de las zonas más profundas (fig. 1, estación B). Dicho sedimento, desecado, se empleó para determinar la naturaleza del mineral que tapiza la cubeta; los análisis del mismo se efectuaron mediante microscopía óptica, espectroscopía IR y difracción de rayos X.

En varias ocasiones durante el ciclo anual se tomaron muestras de agua a dos metros de profundidad –por debajo del 1% de la radiación luminosa incidente– en las cuales se determinaron los siguientes iones inorgánicos: cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, nitratos, sodio, potasio, calcio y magnesio, io-

Limnética 3: 91–95 (1987)

© Asociación Española de Limnología, Madrid. Spain

Longitud máxima (L_{max}):	900 m
Anchura máxima (B_{max}):	400 m
Profundidad máxima (D_{max}):	9 m
Profundidad media (\bar{D}):	3,05 m
Profundidad relativa (D_r):	1,18 m
Pendiente promedio (\bar{a}):	13,92 %
Superficie (A):	45,31 Ha
Volumen (V):	1,38 Hm ³
Desarrollo del volumen (V_d):	1,01
Perímetro (1o):	9,88 Km
Desarrollo de la costa (F):	4,14
Area ocupada por islas (I_n):	0,22 %
Rugosidad del fondo (R):	16,39
Exposición efectiva promedio al viento: (average effective fetch)	7,16 ± 3,15 Km

Tabla 1.- Características morfométricas de la laguna de El Porcal.
Morphometric features of El Porcal lake. Letters in brackets refer to those terms reported by Håkanson (1981).

	10-V-84	19-VII-84	29-XI-84	3-IV-85
Ca(NO ₃) ₂	16	9	15	20
CaSO ₄	299	221	331	282
MgSO ₄	189	179	244	234
Mg(CO ₃ H) ₂	71	73	79	51
NaCO ₃ H	125	164	156	87
NaCl	189	211	234	294
Total	889	857	1.059	968
Residuo sólido	925	874	1.066	1.004
Materia particulada	36	17	7	36

Tabla 2.- Composición más probable de sales inorgánicas, residuo sólido y materia particulada en la laguna de El Porcal a dos metros de profundidad (mg/l.).
Most likely inorganic salt composition, total solids and particulate matter in El Porcal lake at 2 m depth (mg/l.).

nes cuya abundancia en El Porcal hace idóneos para la caracterización geoquímica de dicha laguna. Las técnicas analíticas empleadas en su determinación fueron las habituales del CIDA (CSIC). También se midió el residuo seco a 110°C. Hemos seguido el método de Rodier (1981) para la estimación de la concentración más probable de sustancias inorgánicas.

La batimetría de la laguna es sumamente irregular (fig. 1), efecto del tipo de explotación a que se encuentra sometida. Esta, que prosigue, y los procesos que desencadena determinan unas modificaciones muy rápidas en la forma de los fondos que pronto harán obsoleta esta batimetría. Este hecho justifica que el error cometido en la realización de la misma no sea muy importante. Las características morfométricas habituales se ofrecen en la tabla 1; de ella, lo más destacable son las elevadas pendientes y rugosidad del fondo. La forma de la laguna se refleja en la curva hipsográfica relativa, la cual puede conceptuarse de

ligeramente convexa a convexa (fig. 2). Prácticamente todo el volumen de la laguna se localiza en zonas de aguas someras (fig. 2). La morfometría de El Porcal viene muy determinada por la explotación de que es objeto. Así no son extrañas la acusada pendiente, producida por la forma de extracción de los áridos, ni la rugosidad del fondo, efecto de la desigual explotación y redistribución de los materiales sedimentarios.

La tasa de colmatación de la cubeta se halla en torno a los $26 \pm 3,4$ cm. año⁻¹. Dicha tasa resulta muy elevada y sólo es comparable a la del lago alemán Steinhuder Meer (Poltz, 1980). Parece obvio que la mayor parte de la colmatación se debe al proceso de extracción de grava y arena.

En el sedimento predomina la fracción arcillosa sobre el limo. Las arcillas constan principalmente de minerales caoliníticos: ilita, caolinita y un mineral hinchable (quizá esmectita). En el limo se observan calcita cristalizada, cuarzo y feldespatos, éstos últi-

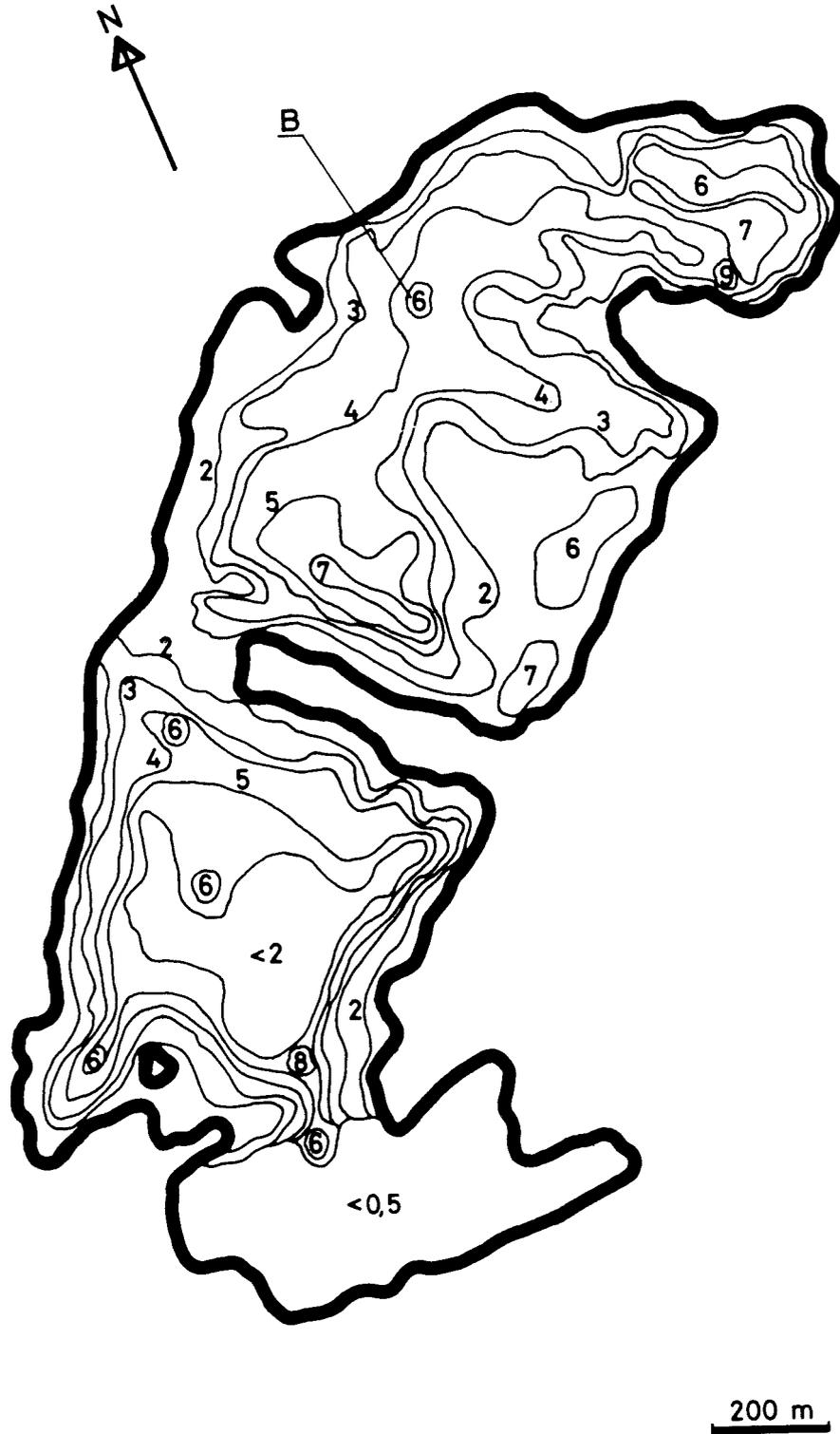


Figura 1.- Batimetría de la laguna El Porcal en marzo de 1985. B, estación de muestreo
 El Porcal lake bathymetry in March, 1985. B denotes sampling station.

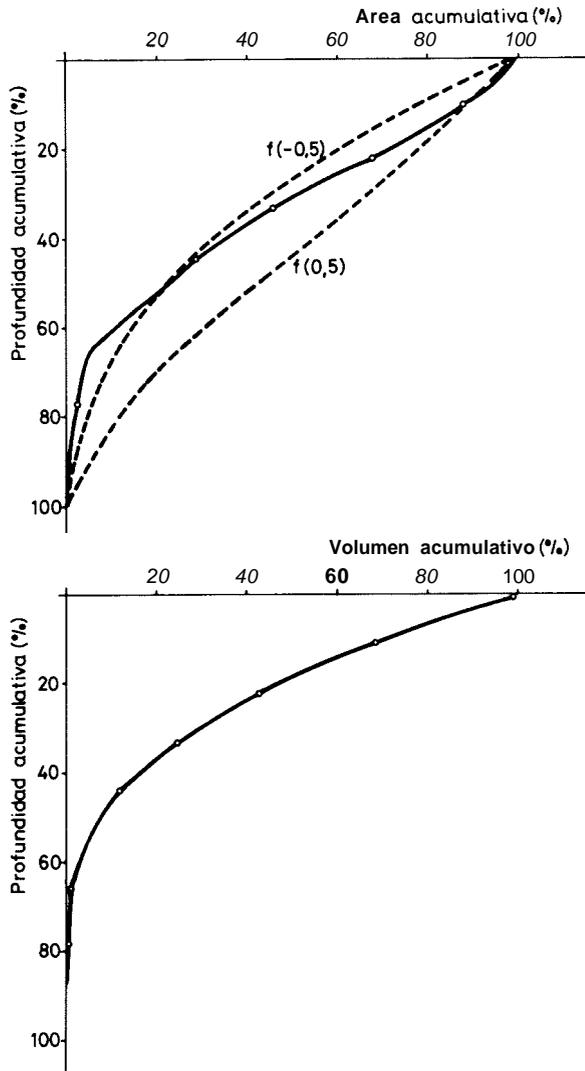


Figura 2.- Curvas hipsográficas relativas para la superficie y el volumen de El Porcal. $f(0,5)$ y $f(-0,5)$ son los límites de clase de la forma ligeramente convexa y la convexa.

Relative hypsographic curves for both area and volume of El Porcal lake. $f(-0,5)$ and $f(0,5)$ are the class limits for both slightly convex and convex forms.

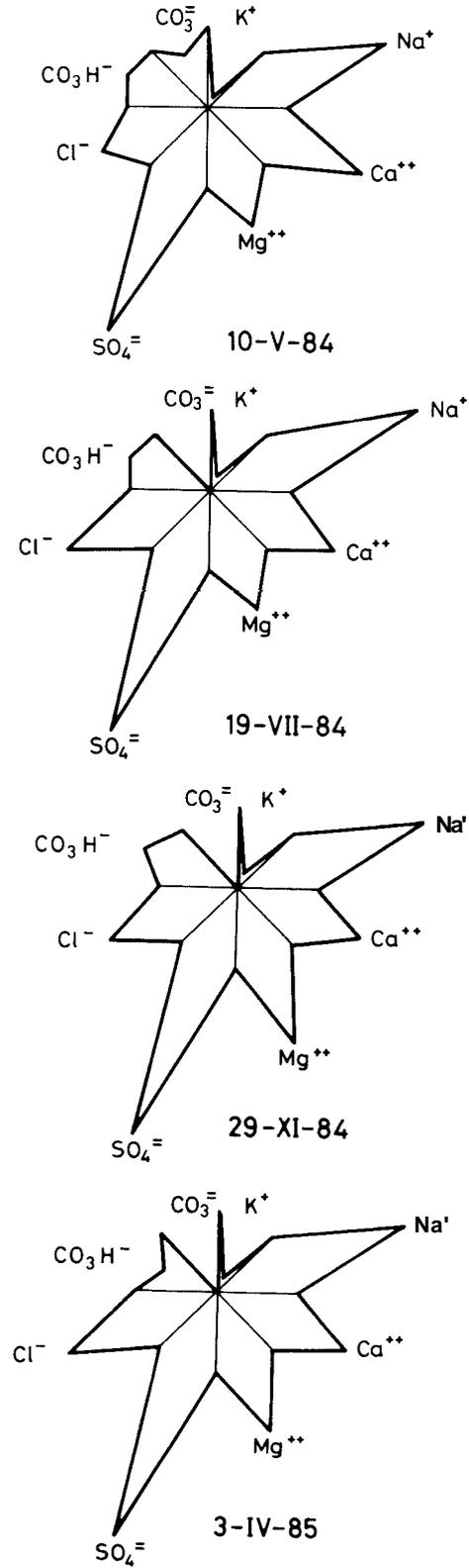


Figura 3.- Diagramas de Maucha (% meq.l⁻¹) para los iones inorgánicos de la laguna El Porcal a 2 mts. de profundidad.

Maucha's arrangements (% meq. l⁻¹) for inorganic ions of El Porcal lake at 2 m. depth.

mos deben ser potásicos y/o albita; también hay ilmenita e indicios de turmalina, rutilo y óxidos de hierro (igoetita?). La mayor parte de estos minerales son silicatos (fórmulas en Weast, 1974), por lo cual es probable que procedan de la erosión en cabecera del río donde la roca madre es ácida, y hayan sido transportados por el río. La litología del entorno de la laguna está constituida por margas y yesos, pero casi no hay minerales básicos en el sedimento, a excepción de pequeñas cantidades de calcita, bastante más insoluble que el yeso (Custodio & Llamas, 1976). El Porcal tiene una alcalinidad que oscila entre 2,5 y 3 meq.l⁻¹; el residuo debido a materia en suspensión y disuelta se aproxima y a veces supera 1 gr.l⁻¹ (tabla II), siendo máximo al final del otoño –bien avanzado el periodo de mezcla– y mínimo durante la estratificación. En cuanto a la composición aniónica, el orden cuantitativo es SO₄⁼ > Cl⁻ > CO₃H⁻ > CO₃⁼ y el de la catiónica, Na⁺ > Ca⁺⁺ ≅ Mg⁺⁺ > K⁺ (fig. 3). El cociente alcalinotérreos/alcalinos se decanta a favor de los primeros: 1,35 ± 0,19. En la composición más probable de sales inorgánicas predominan los sulfatos cálcico y magnesio sobre los cloruros y bicarbonatos (tabla 2). Es probable que sulfatos, calcio, carbonatos-bicarbonatos y quizá parte del magnesio procedan de la meteorización de las margas yesíferas por disolución e hidrólisis ácidas, mientras que los restantes iones provendrían de los silicatos; por ejemplo, la albita se transformaría en caolinita (ambas presentes en los sedimentos de El Porcal), liberando sodio en el curso de una reacción de disolución (Angino, 1983). Si la laguna fuera natural y estuviera enclavada en la misma zona donde se encuentra actualmente, la litología de la zona determinaría su composición química (Plant & Raiswell, 1983) y nos hallaríamos ante unas aguas distintas de las actuales, ya que éstas –como hemos visto– son un híbrido de materiales de

origen ácido y básico: ahí radica el interés geoquímico de esta laguna.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Ascensión Pinilla (Edafología, CSIC), el análisis microscópico del mineral, a la Dra. Covadonga Rodríguez Pascual (Cerámica y Vidrio, CSIC) la interpretación de los difractogramas de difracción de rayos X y al Dr. José Luis Rodríguez (Cerámica y Vidrio, CSIC) la obtención de los espectros IR del sedimento de El Porcal.

BIBLIOGRAFIA

- Angino, E. **1983**. Geochemistry and water quality. In: *Applied Environmental Geochemistry* (Thornton, I., ed.): 171-199. Academic Press, London. XIII, 501 págs.
- Custodio, E. & Llamas, M.R., eds. **1976**. *Hidrología subterránea*. Tomo I. Omega, Barcelona, 1.157 págs.
- Hakanson, L. **1981**. *A manual of lake morphometry*. Springer Verlag, Berlín. IX, 78 págs.
- Plant, J.A. & Raiswell, R. **1983**. Principles of environmental geochemistry. In: *Applied Environmental Geochemistry* (Thornton, I., ed.): 1-39. Academic Press. London. XIII, 501 págs.
- Poltz, J. **1980**. Some studies in the problem of «Treibmudde» in Steinhuder Meer. In: *Shallow Lakes. Contributions to their Limnology*. (Dokulil, M., Metz, H. & Jewson, D., eds.): 3-18. Dr. W. Junk Publ., The Hague. XII, 212 págs.
- Rodier, J. **1981**. *Análisis de h. Aguas*. Omega. Barcelona. XVIII, 1.059 págs.
- Weast, R.C., ed. **1974**. *Handbook of Chemistry & Physics*. 54th ed. CRC Press. Cleveland. 2.404 págs.